

奈良県産果実を活用した果実酒類の開発

清水 浩美^{*1)}

Development of Fruits Wine Made in Nara-prefecture

SHIMIZU Hiromi^{*1)}

奈良県産果実を酒類に加工し商品化する目的で醸造試験を実施した。果実の種類によって発酵性に差が認められ、発酵日数が異なった。イチジクとヤマトタチバナは約 9 日で、ブドウは平均 2 週間程度で目的とする糖度になったが、柿、梅、ビワは発酵が遅く 30 日以上を要した。官能試験の結果、ブドウの評価が高く、サクランボは香り味とも評価が低い傾向が認められた。梅は、香りはよいが酸度が高いため果実酒として評価できなかった。

果実の前処理方法について調査した結果、酵素とメタ重亜硫酸カリウムを添加することと炭酸ガスの併用により果汁の酸化を抑制することで褐変予防の可能性を確認した。

1. 緒言

奈良県は、和歌山県に次ぐ柿の産地であり、主に生食用として出荷されており、これまでも加工品開発として柿酢や柿ワインの研究指導を行ってきた。柿ワインは昭和 59 年に研究を開始し^{1)~5)} 県内で商品化され現在も製造されている。

一方、ブドウを原料にする果実酒を製造するワイナリーは、国税庁の統計⁶⁾によると平成 30 年度末現在、全国 47 都道府県のうち、佐賀県と当県のみ製造場がないことから、数年前から県内にワイナリーの設置が待望されている。

また、県内には柿以外にもイチゴ、ブドウ、梨などの果実の産地が点在しており良質な生食用果実があることから、県産果実を活用した果実酒の研究を開始した。本稿では県産果実酒の製造最適化を目標に、平成 29 年から令和元年の間に検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 果実酒の試醸

2.1.1 原料果実

使用した果実は、柿、ブドウ、イチゴ、サクランボ、梅、イチジク、ビワ、ヤマトタチバナで、イチゴは奈良県農業研究開発センターで栽培したものを、柿、ブドウ、サクランボ、梅は果樹・薬草研究センターで栽培し収穫したものを使用した。ビワは当センター内で収穫した果実を使用した。イチジクは北部農林振興事務所から冷凍果実を提供いただいた。ヤマトタチバナは清栄薬品株式会社において果皮を剥いた果実から搾った果汁を提供いただいた。

品種として、柿は脱渋した刀根早生と甘柿の富有を、ブドウは生食用のデラウエア、シャインマスカット、ピオー

ネ、巨峰、安芸津 28 号、クイーンニーナと白ワイン用のモンドブリエを、イチゴはあすカルビーと古都華を使用した。サクランボは高砂、梅は完熟の南高梅の 1 品種で、ビワとイチジクは品種不明である。

2.1.2 果実の前処理

果実は水洗い後以下の処理をした。

柿は生果のへたを除去後 4 分割し、ペクチナーゼ SS (ヤクルト社製) 0.1w/w%、メタ重亜硫酸カリウム (和光純薬工業社製 以下メタカリと記す) 0.02w/w%、酒石酸 (和光純薬工業社製) 0.3w/w% を果汁重量の 1% のイオン交換水で溶解 (溶解方法は以下同じ) して添加し 40°C で液化処理し、高速冷却遠心機 (日立製作所製 SCR-20B) で固液分離した果汁を試料とした。添加の割合はいずれも果実重量に対するものである。(以下同じ)

ブドウは軸を外し冷凍保管していたものをフードプロセッサーもしくはハンドブレンダーで粉砕し、スクラーゼ、ココラーゼ (三菱ケミカルフーズ社製) をいずれも 0.01w/w% 添加し 40°C で液化処理し、遠心分離した果汁を試料とした。また、ブドウはメタカリ 0.02w/w% を添加した年度としない年度による差を見た。令和元年度は液化処理した後、固液分離をした系としない系を用意した。

イチゴはへたを除去後冷凍保管していたものに、サクランボは軸を取り冷凍保管していたものに、ビワは冷凍保管していたものを 2 分割し、ペクチナーゼ SS0.1w/w%、メタカリ 0.02w/w%、酒石酸 0.3w/w% を添加し 40°C で 13 時間液化処理し、遠心分離した果汁を試料とした。

梅は冷凍保管していたものにスクラーゼ、ココラーゼをいずれも 0.01w/w% とメタカリ 0.02w/w% を添加し 40°C で液化処理し、遠心分離した果汁を試料とした。

イチジクは冷凍保管していたものを、果皮をつけたまま

*1) バイオ・食品グループ

と果皮を剥いたものに分け、フードプロセッサーで粉碎したものにスクラーゼ、コクラーゼをいずれも 0.01w/w% 添加し 40℃で液化処理し、遠心分離した果汁を試料とした。

年度、品種により液化に要した時間は異なった。

平成 29 年度、平成 30 年度に使用した果汁は発酵前に湯せんで 65℃10 分間の加熱処理を施した。令和元年度分は加熱処理をせず使用した。

2.1.3 発酵条件等

発酵開始時の Brix を 20 から 22 にするため、前項で調製した果汁およびヤマトタチバナ果汁の糖度を、デジタル糖度計（アタゴ社製 PR-100）を用いて測定し、20 未満のものは上白糖（和田製糖社製）を添加し調整した。

使用した酵母は、公益財団法人日本醸造協会が頒布するブドウ酒用酵母 3 号、4 号（以下 W-3、W-4 と記す）、マウリ社製 Maurivin PDM（以下 PDM と記す）、POP 並びに当県の独自酵母である山乃かみ酵母の 5 種類を年度ごとに組み合わせて使用した。酵母の前培養は、平成 29 年度は調製した果汁をオートクレーブしたものを使用し、平成 30 年度と令和元年度は YPD 液体培地（酵母エキス 1%、ペプトン 2%、グルコース 2%）を使用し、-80℃保存菌株を 30℃48 時間静置培養した。培養液は適宜拡大し、果汁 1L に対し 1~1.5ml 添加した。

発酵は恒温室および恒温恒湿器（東京理化器械社製 エンピロス KCL-2000A）を使用し、平成 29 年度は 12℃、平成 30 年度と令和元年度は 15℃の一定温度で静置発酵させた。経過は 2~4 日ごとに果汁 20μL を採取し、屈折計（アタゴ社製 ATC-1）を用いて Brix を測定し、Brix が 10 となった時点を終点とした。

発酵終了後は遠心分離で酵母を分離し、湯せんで 65℃30 分間加熱処理をした。

2.1.4 製成酒の成分分析

アルコール度はアルコメイト（理研機器製 AL-2）もしくはアルコールライザーSAKE ME を搭載した振動密度計（アントンパール社製 DMA4100M）により測定した。

酸度は酒類総合研究所標準分析法⁷⁾に基づいて pH 計で終点を 8.2 として中和滴定により測定した。

有機酸はキャピラリー電気泳動システム（アジレント・テクノロジー社製 G1602A）を使用し、絶対検量線法にて

定量した。果汁および製成酒は適宜希釈した。測定条件は表 1 のとおりである。分析した有機酸成分は酒石酸、リンゴ酸、クエン酸、コハク酸、ピルビン酸、乳酸、酢酸、リン酸、ピログルタミン酸、グルコン酸の 10 種類である。

2.1.5 官能評価

品質評価は年度ごとに関係者 5 名から 8 名がきき酒し、酵母の順位付けと自由記述により実施した。

2.2 前処理方法の検討

平成 30 年度の試醸の結果、果汁の酸化による褐変が課題となったため、炭酸ガスの利用を試みた。モンドブリエの液化処理時に酵素剤、メタカリ、炭酸ガスの使用の有無による色調への影響を調査した。

冷凍保管していたモンドブリエの果実 200g をマヨネーズ瓶に入れ、ハンドブレンダーで粉碎し、添加剤なし、酵素のみ添加、メタカリのみ添加、酵素とメタカリを添加する 4 区を作成し、炭酸ガスを封入した系としない系を作成した。酵素剤、メタカリの添加量は 2.1.2 のブドウと同様である。炭酸ガスを封入した後は直ちに蓋をし、シールした。酵素剤を入れたものは 30℃で、その他は 15℃で 2 時間保管した後、遠心分離した果汁を試料とした。色調は分光光度計（島津製作所製 UV-1600）を使用し、スキャン測定で吸収のあった 450nm の吸光度で比較した。

3. 結果及び考察

3.1 果実酒の試醸

3.1.1 発酵経過

年度ごとの試醸結果を表 2 から 4 に示した。

平成 29 年度はメタカリを添加し、9 種類の果実を 2 種類の酵母で発酵した。

平成 30 年度はメタカリを添加せず、7 種類の果実を 2 種類の酵母で発酵した。シャインマスカットは、収穫時の果皮の色が緑と黄色の 2 種類に分けて入手したのでそれぞれのロットとした。ブドウは液化の時点で糖度が高く、発酵前の Brix が 22 以上あったが水等で希釈はせず、そのまま使用した。

令和元年度はメタカリを添加し、6 種類の果実を使用した。収穫時期の違うものは、それぞれ分けて仕込んだ。手に入れた果実の量により 2 種類か 3 種類の酵母で発酵した。酵母は、過去 2 年の官能評価で良好だった W-4 と POP を選び、地産地消の検討から県の独自酵母のうち発酵力の高い山乃かみ酵母を選択し使用した。

発酵日数は、品種、使用酵母により差があり、平成 29 年は柿、梅、ビワの発酵遅延があったため約 10 日後に 12℃から 20℃の恒温室に移動し発酵を促した。イチゴもあすかルビーと古都華で発酵経過に差があった。

表 1 キャピラリー電気泳動測定条件

| | |
|-----------|------------------------------------|
| キャピラリーカラム | fused-silica(75 μm i.d.,72cm) |
| 泳動バッファー | Organic Acid Buffer for CE pH 5.6 |
| 印加電圧 | -25 kv |
| 波長 | signal : 350 nm reference : 200 nm |
| 注入量 | 2 sec./50 mmBar |
| キャピラリー温度 | 20℃ |

表 2 平成 29 年度試醸結果

| 果実 | 柿 | | ブドウ | | | | | |
|--------------|------|-------|------|------|---------|------|---------|-------|
| | 刀根早生 | | ピオーネ | | 安芸津 28号 | | クイーンニーナ | |
| 使用酵母 | W-3 | POP | W-3 | POP | W-3 | POP | W-3 | POP |
| 原料Brix | 21.8 | | 21.1 | | 22.6 | | 21.8 | |
| 補糖 | なし | | なし | | なし | | なし | |
| 発酵前Brix | 21.8 | | 21.1 | | 22.6 | | 21.8 | |
| 発酵後Brix | 10 | 10 | 9 | 9.5 | 8.2 | 10 | 10 | 10 |
| 発酵日数 (日) | 27 | 38 | 14 | 17 | 17 | 18 | 14 | 19 |
| アルコール (v/v%) | 10.5 | 10.55 | 10.6 | 10.2 | 12.9 | 11.3 | 10.35 | 10.75 |
| 酸度 | 9.72 | 10.42 | 5.65 | 6.94 | 4.96 | 3.77 | 4.56 | 4.07 |

| 果実 | イチゴ | | | | サクランボ | | 梅 | | ビワ | |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | あすカルビー | | 古都華 | | 高砂 | | 南高梅 | | ビワ | |
| 使用酵母 | W-3 | POP | W-3 | POP | W-3 | POP | W-3 | POP | W-3 | POP |
| 原料Brix | 10.8 | | 13.1 | | 21.0 | | 10.4 | | 14.7 | |
| 補糖 | あり | | あり | | なし | | あり | | あり | |
| 発酵前Brix | 21.1 | | 21.5 | | 21.0 | | 21.3 | | 21.3 | |
| 発酵後Brix | 9.8 | 10 | 10 | 10 | 10.2 | 10 | 11.2 | 10.5 | 8.5 | 10 |
| 発酵日数 (日) | 14 | 19 | 21 | 20 | 17 | 20 | 31 | 31 | 24 | 28 |
| アルコール (v/v%) | 10.95 | 11.05 | 10.4 | 10.6 | 9.65 | 9.8 | 9.3 | 9.45 | 11.4 | 9.7 |
| 酸度 | 16.86 | 16.47 | 17.66 | 16.96 | 18.75 | 18.25 | 88.39 | 96.52 | 12 | 12.6 |

表 3 平成 30 年度試醸結果

| 果実 | 柿 | | ブドウ | | | | | | | |
|--------------|------|------|--------|------|------------|------|------------|------|------|------|
| | 富有 | | モンドブリエ | | 緑シャインマスカット | | 黄シャインマスカット | | ピオーネ | |
| 使用酵母 | W-4 | PDM | W-4 | PDM | W-4 | PDM | W-4 | PDM | W-4 | PDM |
| 原料Brix | 16.8 | | 25.5 | | 21.9 | | 25.3 | | 23.0 | |
| 補糖 | あり | | なし | | なし | | なし | | なし | |
| 発酵前Brix | 20.8 | | 25.5 | | 21.9 | | 25.3 | | 23.0 | |
| 発酵後Brix | 11.2 | 12 | 10.6 | 9.8 | 11 | 10.5 | 10.2 | 10.2 | 9.5 | 7.8 |
| 発酵日数 (日) | 30 | 34 | 19 | 23 | 13 | 13 | 19 | 23 | 13 | 13 |
| アルコール (v/v%) | 8.3 | 7.5 | 11.95 | 12.5 | 9.1 | 8.85 | 12.75 | 12.5 | 10.5 | 11.5 |
| 酸度 | 23.8 | 23.4 | 7.5 | 5.6 | 3 | 3 | 2.6 | 3 | 5.3 | 5.5 |

| 果実 | ブドウ | | ビワ | | イチジク | | | |
|--------------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|
| | 巨峰 | | ビワ | | 皮あり | | 皮なし | |
| 使用酵母 | W-4 | PDM | W-4 | PDM | W-4 | PDM | W-4 | PDM |
| 原料Brix | 23.6 | | 12.9 | | 13.7 | | 14.6 | |
| 補糖 | なし | | あり | | あり | | あり | |
| 発酵前Brix | 23.6 | | 22.5 | | 21.4 | | 21.0 | |
| 発酵後Brix | 9 | 8.8 | 16 | 11.8 | 8 | 8 | 8 | 11 |
| 発酵日数 (日) | 13 | 13 | 48 | 48 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| アルコール (v/v%) | 10.45 | 10.45 | 3.35 | 9.4 | 11.45 | 10.8 | 10.9 | 8.05 |
| 酸度 | 5.1 | 5.4 | 9.8 | 9.3 | 6.2 | 6.6 | 5.4 | 5.4 |

平成 30 年度においてはイチジクが 9 日で Brix10 となった。柿、ビワは発酵遅延があり W-4 を使用したビワは 48 日経過後も Brix が 16 までしか下がらず途中で中止した。ビワはバラ科の植物であるが、種にシアン配糖体であるアミグダリンを含有しており、発酵中も杏仁様の香りがしていた。前年度も発酵が遅れていたことからなんらかの発酵阻害成分の関与が疑われる。

酵母による差があり、PDM の方が W-4 より終点まで時間がかかる傾向だった。

令和元年度は総じて発酵経過が早く、ヤマトタチバナは

9 日で Brix10 となり、ブドウも 9 日から 16 日で目的とする Brix となった。

固液分離せず果皮が入ったままで発酵したものと果汁で発酵したものは、ほぼ同様な経過をたどったが、果皮がない果汁だけのほうが若干早かった。

また、山乃かみ酵母は桜井市大神神社のササユリから分離した野生酵母であるが、ワイン用酵母に比べて進行が遅かった。しかし、平成 30 年度のモンドブリエの発酵日数より早く、果実酒用の発酵に使える可能性が示唆された。

表 4 令和元年度試醸結果

| 果実 | ブドウ | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|------|------|-------------|------|------|--------------|-------|-------------|------|
| | モンドブリエ8/8皮あり | | | モンドブリエ8/8果汁 | | | モンドブリエ8/27果汁 | | デラウエア8/8皮あり | |
| 品種/状態 | W-4 | POP | 山乃かみ | W-4 | POP | 山乃かみ | W-4 | POP | W-4 | POP |
| 原料Brix | 18.7 | | | 19.2 | | | 21.8 | | 21.8 | |
| 補糖 | あり | | | あり | | | なし | | なし | |
| 発酵前Brix | 21 | | | 20.5 | | | 21.8 | | 21.8 | |
| 発酵後Brix | 10.2 | 10 | 10.2 | 10.2 | 10.4 | 10.2 | 9.6 | 9.5 | 7 | 11 |
| 発酵日数(日) | 12 | 11 | 16 | 11 | 11 | 14 | 13 | 13 | 9 | 10 |
| アルコール(v/v%) | 9.93 | 8.58 | 9.64 | 8.91 | 8.67 | 8.99 | 11.65 | 11.43 | 12.93 | 9.64 |
| 酸度 | 9 | 9.7 | 8.9 | 8.6 | 9 | 8 | 6.8 | 7.4 | 7.7 | 7 |

| 果実 | ブドウ | | | | | | | | | |
|-------------|------------|-------|----------|------|---------|-------|----------|-------|------------|-------|
| | デラウエア8/8果汁 | | 巨峰8/8皮あり | | 巨峰8/8果汁 | | 巨峰8/27果汁 | | ピオーネ8/27果汁 | |
| 品種/状態 | W-4 | POP | W-4 | POP | W-4 | POP | W-4 | POP | W-4 | POP |
| 原料Brix | 21.2 | | 18.2 | | 19.0 | | 20.0 | | 17.5 | |
| 補糖 | なし | | あり | | あり | | なし | | あり | |
| 発酵前Brix | 21.2 | | 19.5 | | 21.3 | | 20.0 | | 20.4 | |
| 発酵後Brix | 6.8 | 9 | 5.6 | 8.5 | 7.8 | 8.2 | 7.5 | 8 | 8.6 | 9 |
| 発酵日数(日) | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 9 | 10 | 9 |
| アルコール(v/v%) | 12.8 | 10.86 | 11.49 | 8.44 | 11.83 | 10.63 | 10.43 | 10.52 | 10.28 | 10.27 |
| 酸度 | 6.2 | 6.5 | 11.8 | 10.9 | 9.8 | 9.8 | 6.9 | 6.4 | 7.1 | 7 |

| 果実 | ブドウ | | | ヤマトタチバナ | | |
|-------------|-----------------|------|------|---------|-----|------|
| | シャインマスカット8/27果汁 | | | 果汁 | | |
| 品種/状態 | W-4 | POP | 山乃かみ | W-4 | POP | 山乃かみ |
| 原料Brix | 20.5 | | | 10.5 | | |
| 補糖 | なし | | | あり | | |
| 発酵前Brix | 20.5 | | | 20.1 | | |
| 発酵後Brix | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9.8 |
| 発酵日数(日) | 11 | 10 | 10 | 9 | 9 | 10 |
| アルコール(v/v%) | 8.96 | 9.03 | 8.98 | 8.72 | 9.8 | 8.92 |
| 酸度 | 3.8 | 3.9 | 3.8 | 35 | 37 | 38 |

3.1.2 製成した果実酒の成分分析結果

Brix とアルコール度は相関関係にあり、発酵の進行とともに Brix が低下する。平成 29 年度は製成果実酒のアルコール度はほぼ同じでそろったが、平成 30 年度と令和元年度は終点の Brix が 10 以下になっても 8%台のものもあった。

ブドウではモンドブリエが白ワイン用品種のため、最も期待し経過を注目した。平成 30 年度は糖度が高く、アルコールも市販酒並みに出たが、令和元年度の 8/8 収穫分は原料果実の Brix が約 19 だったので上白糖を添加せざるを得なかった。原料の Brix が製成した果実酒のアルコール度に与える影響は大きく、収穫時期の見極めが重要であると感じた。

酸度は、原料由来の有機酸量に影響された。市販酒の酸度は一般的に赤ワインで 7.3、白ワインで 8.2 であるが生食用ブドウで製成したものは酸度が低い傾向だった。梅、ヤマトタチバナは酸度が高かった。

有機酸の組成は原料果汁毎に特徴があり、柿はグルコン酸とクエン酸が主成分であり、ブドウは酒石酸、サクランボとピワはリンゴ酸、イチゴと梅とヤマトタチバナはクエン酸が主成分であった。すべての系で発酵により増加した

有機酸はコハク酸と酢酸であった。(データ掲載なし)

3.1.3 官能評価

平成 29 年度と平成 30 年度は当センター職員 5 名によりきき酒し、令和元年は当センター職員と農業研究開発センター、果樹・薬草研究センターの研究員 7 名によりきき酒し評価した。

平成 29 年度は全体的に W-3 より POP の方が評価が高かった。ブドウは果実酒らしいとおおむね良好だった。イチゴは甘い香りが好評だったが味が薄く、渋味があり、今回のようにアルコール 10%まで発酵させず低アルコールで終了の方がよかったのではないかと感じた。梅は完熟の香りはよかったが、酸度が高すぎて評価できないパネルが多かった。ピワは加熱処理によりイモ臭が発生し評価が低かった。サクランボは香りも味も評価が低く残念な結果となった。

平成 30 年度はメタカリを使用しなかったため全体的に色調が薄かった。総じて PDM より W-4 の方の評価が高かった。

ブドウは前年同様好評だったが、モンドブリエの色調が白ワインというよりはオレンジがかっており、これは果皮

と種のポリフェノールの酸化の影響であると考えられた。柿は液化時に野生酵母による酢酸エチルの生成があり評価が低かった。

イチジクは果実の特徴が良く出ており、皮のありなしによる酒質の差があったが、パネルにより評価が分かれた。

ビワは発酵遅延により低アルコールで仕上がったが、前年度に比べて評価が高く、果実酒としてアルコール度が低く甘いものが好まれる方向性が示唆された。

令和元年度は原料の入荷量が品種、収穫時期により異なったため、多くの果汁が確保できたものや今回初めて試醸したヤマトタチバナは3種類、果汁が少ないものは2種類の酵母を使用した。どの酵母のものがよいかとの問いに対し、モンドブリエでは山乃かみの評価が高く香り味とも良かった。その他ではW-4よりPOPの評価が高かった。

ブドウの短評では香味のうすさを指摘するパネルが多く、もの足りなさを感じた。前年度に比べ原料ブドウのBrixが低かったため原料ブドウの味の薄さが製成酒の質に影響したと考える。

ヤマトタチバナは柑橘の香りが穏やかで苦味が特徴として感じられた。

前年の課題であった色調の薄さは、黒系ブドウにおいてメタカリを添加することで顕著に改善されたが、モンドブリエの褐変はこの年も同様に起こった。

3.2 前処理方法の検討結果

処理過程において粉碎後の時点から褐変が起こった。モンドブリエは果実の大きさに比べて種が比較的大きく、粉碎時に種が傷つき酸化していると考えられる。

液化処理後測定した吸光度の結果を図1に記す。

炭酸ガス処理のあるなしにかかわらず酵素剤とメタカリを添加した区で吸光度が低かった。炭酸ガスの効果に関しては、すべての区で炭酸ガスを封入した方の吸光度が低かったが、目視で確認できるほどの大きな差ではなかった。

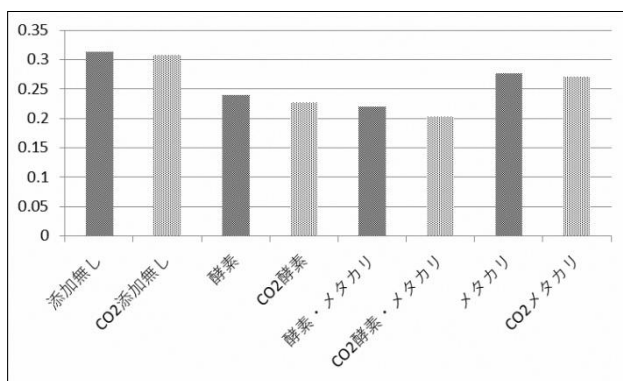


図1 モンドブリエ液化処理後吸光度(450nm)

小松ら⁸⁾は果汁の調製方法時に液化炭酸ガスを雪状のドライアイスとして添加しており、酸化を防止する手段として広く使用されている。これらの方法を参考に引き続き褐変

を防止する処理方法の検討をしたい。

4. 結言

県産果実8種類16品種について3年間にわたり果実酒の醸造試験を実施した。その結果、果実の種類により発酵性に差があり、イチジク、ヤマトタチバナは短期間で目的とするBrixまで下がった。一方、柿、梅、ビワは30日以上を要し、発酵阻害物質の存在が示唆された。県有酵母である山乃かみは果実酒の発酵にも使える可能性があった。

官能評価ではブドウを原料としたものは評価が高かったが、果実酒として評価できない種類もあり、果実ごとの製品設計を検討すべきであると感じた。ブドウ以外の果実では、果実の香りや味の特徴を有し、低アルコールで甘みを残したものが好まれる傾向にあった。

白ワイン用ブドウ果汁の褐変防止のため添加剤、炭酸ガスの活用効果について確認した。その結果、酵素剤、メタカリを添加し炭酸ガスを併用することで吸光度が下がることが認められた。

今後はワイン用ブドウに関する研究を継続し、白ワイン用ブドウの褐変防止処理方法の検討、県の独自酵母の亜硫酸耐性についても明らかにしていきたい。

謝辞

本研究にあたり、近畿大学農学部、農業研究開発センター、果樹・薬草研究センターの研究員各位、北部農林振興事務所、清栄薬品株式会社に深謝いたします。

参考文献

- 1) 川西祐成, 山中信介, 松澤一幸: 奈良県工業試験場研究報告, (11), 7-9, 1985
- 2) 川西祐成, 山中信介, 松澤一幸: 奈良県工業試験場研究報告, (11), 10-13, 1985
- 3) 川西祐成, 山中信介, 松澤一幸: 奈良県工業試験場研究報告, (13), 21-23, 1987
- 4) 川西祐成, 山中信介, 松澤一幸: 奈良県工業試験場研究報告, (13), 24-27, 1987
- 5) 川西祐成, 山中信介, 松澤一幸: 奈良県工業試験場研究報告, (14), 63-65, 1988
- 6) 国税庁 国内製造ワインの概況(平成30年度調査分)
- 7) 酒類同号研究所標準分析法注解, (公財)日本醸造協会, p.89, 2017
- 8) 小松正和, 飯野修一, 中山忠博, 原川守, 上垣良信, 猪股雅人, 齋藤典義, 時友裕紀子, 久本雅嗣, 奥田徹, 上野昇: 山梨県総合理工学研究機構研究報告書, (3), 27-44, 2008